

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-184701

(43)Date of publication of application : 14.07.1998

(51)Int.Cl. F16C 33/62
C21D 9/40
C23C 8/32
F16C 33/64

(21)Application number : 08-345246 (71)Applicant : NTN CORP

(22)Date of filing : 25.12.1996 (72)Inventor : OKAYAMA TOMOO
KAWAKITA MASAYUKI
MAEDA KIKUO

(54) ROLLING BEARING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To use a rolling bearing having a forged surface without any reduction in its service life by making at least a bearing ring of bearing steel, performing carbonitriding and quenching/tempering, setting the surface hardness of the forged surface to a specified value and leaving much compressive stress and austenite.

SOLUTION: At least a bearing ring is molded using a bearing steel. After carbonitriding, quenching/tempering is performed and a forged surface is formed on its surface having a surface hardness set to Hv 700 or higher. then, compressive stress and austenite are much left. In this case, carbonitriding is executed for bearing steel having many non-metallic inclusions such that a cleanliness factor prescribed by JIS standard is 0.04% or higher. For bearing parts having such forged surfaces, their service lives are prolonged by performing carbonitriding under proper conditions, and levels equal to or higher than those of ground ones are provided. Thus, a rolling life can be prolonged and applied for a rolling bearing.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.04.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-184701

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月14日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
F 1 6 C 33/62		F 1 6 C 33/62	
C 2 1 D 9/40		C 2 1 D 9/40	A
C 2 3 C 8/32		C 2 3 C 8/32	
F 1 6 C 33/64		F 1 6 C 33/64	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平8-345246	(71) 出願人	000102692 エヌティエヌ株式会社 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号
(22) 出願日	平成8年(1996)12月25日	(72) 発明者	岡山 智雄 三重県桑名市大字播磨2523-1
		(72) 発明者	川北 雅之 三重県桑名市新地中1832-3
		(72) 発明者	前田 喜久男 三重県員弁郡大安町平塚974
		(74) 代理人	弁理士 深見 久郎 (外3名)

(54) 【発明の名称】 転がり軸受

(57) 【要約】

【課題】 黒皮肌のまま使用した場合、非金属介在物の量が多い場合あるいは鍛錬が不十分な場合でも、転がり寿命が低下しない転がり軸受を提供する。

【解決手段】 本発明の転がり軸受は、軌道輪および転動体からなっており、少なくとも軌道輪を軸受用鋼を用いて成形し、浸炭窒化処理後焼入・焼戻を行なって表層に形成される黒皮の表面硬度をHv700以上にし、そのまま転がり軸受として組立てたものである。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 軌道輪および転動体からなる転がり軸受であって、

少なくとも前記軌道輪を軸受用鋼を用いて成形し、浸炭窒化処理後焼入・焼戻を行なって表層に形成される黒皮の表面硬度をHv700以上にし、そのまま転がり軸受として組立てた、転がり軸受。

【請求項2】 前記軸受用鋼が、JIS(G0555)で規定される試験方法によって非金属介在物を測定したとき、清浄度が0.04%以上である、請求項1に記載の転がり軸受。

【請求項3】 前記軸受用鋼の鍛練比が5以下である、請求項1または請求項2に記載の転がり軸受。

【請求項4】 浸炭窒化処理後表層に形成される炭化物の粒径が8 μ m以下であり、表面直下の残留オーステナイト量が25%以上40%以下であり、かつ100MPa以上の圧縮応力が表層に生成している、請求項1に記載の転がり軸受。

【請求項5】 少なくとも前記軌道輪の表面に耐酸化皮膜処理が施されている、請求項1ないし4のいずれかに記載の転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、転がり軸受であって、精度をあまり要求されず、かつ転がり剥離寿命が要求される、たとえば低速大荷重で使用される大型軸受に用いられる転がり軸受に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 転がり軸受の中にはターンテーブル用軸受、シェル型ニードル軸受の軌道輪のように、回転精度の要求はあまり高くないが寿命を要求されるものがある。

【0003】 このような部品であっても、熱処理後の黒皮は、表面を起点とする剥離を生じさせやすく、要求精度に関係なく研削加工による表面仕上げ加工が行なわれていた。また、廉価な材料であっても非金属介在物が多かったり、鍛練比の低い素材を使用することも寿命に及ぼす影響から行なわれていなかった。さらに、振動の加わる環境で使用される転がり軸受にあっては、フレットイングが生じやすいため、その防止策として表面にパーカー処理のような耐酸化皮膜を形成することもあるが、この場合においても処理に伴って表面の平坦度が低下することから、寿命の低下が避けられなかった。これらに対しては、素材の高精浄度化や鍛練比の増大、処理条件の見直しなどが行なわれてきたが、これらは大幅なコストアップを招いていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 通常、転がり軸受部品は焼入・焼戻により必要な硬度に硬化させて用いられるが、焼入によりその表面には酸化皮膜が形成される。こ

の皮膜および皮膜直下では脱炭や異常組織（トルースタイトなど）などが現れやすく、圧縮残留応力が小さくなったり、ひどい場合には引張り応力となり、また低硬度となる。このため、従来の軸受用鋼部品において、表面の酸化皮膜を残すことは転動寿命の大幅な低下を招いていた。

【0005】 以上より、本発明の1の目的は、黒皮肌のままで使用しても、軸受寿命が低下しない転がり軸受を提供することである。

【0006】 また本発明の他の目的は、非金属介在物の量が多い、または鍛練比が小さい（鍛練が不十分な）軸受において、表面起点型損傷寿命を向上させることのできる転がり軸受を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本願発明者らは、鋭意検討した結果、軸受用鋼に浸炭窒化処理を施すことによって黒皮の表面硬度を向上できることを見出した。またこれによって、本願発明者らは、軸受用鋼の表層に黒皮が形成された状態で転がり軸受を組立てた場合でも、転がり軸受として十分な寿命が得られることを見出した。

【0008】 したがって、本発明の転がり軸受は、軌道輪および転動体からなる転がり軸受であって、少なくとも軌道輪を軸受用鋼を用いて成形し、浸炭窒化処理後焼入・焼戻を行なって表層に形成される黒皮の表面硬度をHv700以上にするとともに、圧縮応力やオーステナイトを多く残留させて、そのまま転がり軸受として組立てたものである。

【0009】 浸炭窒化処理により黒皮の表面硬度をHv700以上にすることができる。ここで、黒皮の表面硬度が小さいときや、圧縮応力が小さくなったり引張り応力になっているとき、あるいは残留オーステナイト量が少ないときには、表面に起点を持つ剥離が生じる可能性がある。

【0010】 なお、ここで軸受用鋼としては、浸炭鋼も含め一般的に転がり軸受で用いられる鋼が使用可能である。また本願でいう黒皮とは、熱処理時に雰囲気ガス中の成分、特に酸素との反応で形成される酸化皮膜を意味し、通常は脱炭されていて転がり軸受の軌道面としての使用には不適切な層である。

【0011】 また、本願発明者らは、鋭意検討した結果、清浄度が0.04%以上と非金属介在物量の多い鋼の方が、清浄度が0.04%未満と非金属介在物量の少ない鋼よりも浸炭窒化の効果が大きいことを見出した。つまり、清浄度が0.04%以上の鋼の方が、清浄度が0.04%未満の鋼と比較して、浸炭窒化処理による寿命向上率が大きいことを見出した。

【0012】 したがって、本発明の好ましい局面に従う転がり軸受では、JISに規定される清浄度が0.04%以上となるような非金属介在物の多い軸受用鋼に対し浸炭窒化処理が施される。

【0013】これにより、価格の高い高純度鋼を使用しなくとも浸炭窒化処理を施すことで転がり軸受として十分利用することができる。

【0014】ここで純度とは、JIS G0555に規定されるものであり、顕微鏡観察の視野に格子を設け、観察した視野に存在する格子の全数に対する非金属介在物の含まれる格子の数の割合で定義される。

【0015】また本願発明者らは、鋭意検討した結果、鍛錬比が5以下と小さい軸受用鋼では、浸炭窒化処理により寿命向上率が非常に大きいことを見出した。

【0016】したがって、本発明の好ましい局面に従う転がり軸受では、軸受用鋼の鍛錬比が5以下である。

【0017】これにより、鍛錬が不十分な鋼であっても浸炭窒化処理を施すことで転がり軸受として十分利用することができる。

【0018】ここで鍛錬比とは、試験材料をインゴットサイズからどの程度まで鍛造により細くしたかを表わし、鍛錬比が小さいと表面起点型剥離が発生しやすいといわれている。

【0019】また、本発明の好ましい局面に従う転がり軸受では、浸炭窒化処理後、表層に形成される炭化物の粒径は $8\mu\text{m}$ 以下であり、その表面直下の残留オーステナイト量が25%以上40%以下であり、かつ100MPa以上の圧縮応力が表層に生成している。

【0020】炭化物は、浸炭によって表層の炭素濃度が高くなることで形成されるが、炭化物の粒径を $8\mu\text{m}$ 以下とすることで過浸炭による粗大な炭化物の発生を抑え、表面起点型剥離を抑制することができる。

【0021】浸炭窒化処理により表層に炭素が侵入すると内部に比べ表層の炭素濃度が高くなり、表層と内部とのマルテンサイト変態温度が違ってくる。これにより、表層は内部よりも時間的に遅れて変態すると考えられる。つまり、内部の変態が終わってから表層が変態することになり、表層に圧縮応力が残留する。

【0022】この残留圧縮応力が100MPaよりも小さい場合には、表面起点型剥離が生じやすくなる。一

方、200MPaよりも大きい残留圧縮応力を得ようとすると、熱処理時の炭素濃度が多くなりすぎ、割れ強度の低下が懸念される。このため、表層に生じる残留圧縮応力は100MPa以上200MPa以下である。

【0023】またこれらの特徴を備えることで、転動による発熱・加工の影響で材質が変化することを防ぐための耐熱性（焼戻抵抗性）を有することになるため、表面起点型剥離を抑制でき、寿命を向上することができる。

【0024】また本発明の好ましい局面に従う転がり軸受では、少なくとも軌道輪の表面に耐酸化皮膜処理が施されている。

【0025】このような耐酸化皮膜処理に対しても、上述と同様、浸炭窒化は寿命低下を抑える効果がある。

【0026】等速自在継手、例えばDOJのような等速自在継手の内輪においても、本願発明を利用すれば浸炭窒化処理後黒皮のまま使用することが可能で、生産工程が簡略化されるばかりでなく、寿命の点においても効果がある。

【0027】

【実施例】本願発明者らは、浸炭窒化処理の効果を確認するため、以下の実験を行なった。

【0028】各種材料の内筒試片に標準熱処理または浸炭窒化処理を施したものについて、研削仕上品と黒皮品との転動寿命試験を行なった。ここで用いた鋼種はSUJ2、SUJ3、SCr435、SCM420およびSCM815であった。

【0029】また転動寿命試験の条件は、（1）接触面圧 P_{max} ：5.88GPa、負荷速度：46240回/分、タービンVG68潤滑の点接触条件および、

（2）接触面圧 P_{max} ：4.16GPa、負荷速度：20400回/分、タービンVG68潤滑の線接触条件とした。この点接触条件（1）の結果を表1に、線接触条件（2）の結果を表2に示す。

【0030】

【表1】

鋼種	熱処理	黒皮のまま			研削・超仕上		
		n	P	10%寿命 ($\times 10^4$ 回)	n	P	10%寿命 ($\times 10^4$ 回)
SUJ2 A	標準	16	10	1210	18	3	3900
	浸炭窒化1	18	0	8340	16	0	10710
	浸炭窒化2	16	11	3290	16	3	6020
SUJ2 B	標準	16	4	97	18	14	495
	浸炭窒化1	15	0	6940	16	0	9650
	浸炭窒化2	—	—	—	—	—	—
SUJ3	標準	16	3	1817	13	4	12870
	浸炭窒化1	18	0	10330	13	0	18340
	浸炭窒化2	15	10	2380	14	6	7810
SCr 435	標準浸炭	18	4	633	16	0	5590
	浸炭+浸炭窒化	18	0	11300	17	0	12300
SCM 420	標準浸炭	18	5	300	14	2	4090
	浸炭+浸炭窒化	14	0	11900	12	0	13000
SNCM 815	標準浸炭	8	5	990	16	3	7030
	浸炭+浸炭窒化	10	0	10400	12	0	13600

【0031】

【表2】

鋼種	熱処理	黒皮のまま			研削・超仕上		
		n	P	10%寿命 ($\times 10^4$ 回)	n	P	10%寿命 ($\times 10^4$ 回)
SUJ2 A	標準	9	5	770	12	2	2400
	浸炭窒化1	7	0	8340	12	0	9000
	浸炭窒化2	—	—	—	12	3	4310
SUJ2 B	標準	7	7	90	11	7	1050
	浸炭窒化1	7	0	5920	12	0	6800
	浸炭窒化2	—	—	—	10	4	3050
SUJ3	標準	10	3	1860	8	1	4130
	浸炭窒化1	12	0	8260	10	0	12050
	浸炭窒化2	—	—	—	6	3	2800
SCr 435	標準浸炭	8	5	915	7	2	4710
	浸炭+浸炭窒化	8	0	9820	7	0	11100
SCr 420	標準浸炭	7	4	830	8	2	3470
	浸炭+浸炭窒化	7	0	11000	6	0	10800
SNCM 815	標準浸炭	6	2	2110	—	—	—
	浸炭+浸炭窒化	6	0	9830	—	—	—

【0032】上記表1および表2におけるnは試験数であり、Pは表面起点型剥離数であり、10%寿命は表面起点型剥離も含んだ値である。

【0033】また表1、表2中におけるSUJ2の試料A（以下、SUJ2 Aと表記する）は、通常レベルの清浄度の鋼（通常のSUJ2）であり、具体的には、JIS規格においてA系非金属介在物の清浄度が0.013で、B系とC系との非金属介在物（B系+C系）の清浄度が0.008のものである。またSUJ2の試料B（以下、SUJ2 Bと表記する）は、非金属介在物量が比較的多いものであり、具体的には、JIS規格においてA系非金属介在物の清浄度が0.021、B系とC系との非金属介在物（B系+C系）の清浄度が0.02

1のものである。

【0034】また熱処理において標準とは、浸炭窒化処理を施さない従来の熱処理を意味している。また浸炭窒化1とは、850℃×60分、 $\text{NH}_3 = 5\%$ （浸炭窒化雰囲気ガス中での NH_3 の比率が5体積%）、 $C_p = 1.0$ （カーボンポテンシャル、すなわち浸炭窒化雰囲気ガス中の炭素分圧が1.0）の条件を意味している。また浸炭窒化2とは、850℃×60分、 $\text{NH}_3 = 5\%$ 、 $C_p = 1.3$ の条件を意味している。また浸炭とは950℃×420分、 $C_p = 0.8$ の条件を意味し、特にSNCM815ではさらに800℃で2次焼入を行なう条件を意味している。また浸炭+浸炭窒化とは、上記の浸炭を行なった後、浸炭窒化1の条件で浸炭窒化を行

なうことを意味している。

【0035】この表1および表2の結果より、標準の熱処理が施された試片と標準浸炭のみの熱処理が施された試片とでは、黒皮のままでは表面起点型剥離が多発し、特に非金属介在物量が多いSUJ2 Bでは研削後も短寿命であることがわかる。これに対して適切な条件で浸炭窒化を行なった試片では、黒皮のままでも寿命は向上しており、研削を行なった試片と同等あるいはそれ以上のレベルを示していることがわかる。

【0036】これにより、黒皮膜を有する軸受用鋼部品であっても、浸炭窒化処理を施すことにより、転がり寿命が向上し、転がり軸受用として十分利用できることが判明した。

【0037】また表1において黒皮のままの場合、浸炭窒化処理により標準熱処理を施したものと比較してSUJ2 Aが6.9倍の寿命増加に対し、SUJ2 Bでは71.5倍と著しく寿命が増加している。また、研削・超仕上を行なった場合も、浸炭窒化処理によりSUJ2 Bの方がSUJ2 Aよりも寿命の増加が著しい。これより、現在主流になっている清浄度の高い鋼(SUJ2 A: 清浄度<0.04%)よりも、清浄度の低い鋼(SUJ2 B: 清浄度 \geq 0.04%)の方が浸炭窒化の効果が大きいことが判明した。したがって、価格の*

*高い高清浄度鋼を使用しなくても、浸炭窒化処理を施すことで転がり軸受として十分利用できることが判明した。

【0038】また浸炭窒化処理でも、炭化物が多く析出する条件(浸炭窒化2)で処理した試料には、表面起点型剥離が発生しており、短寿命となっている。このことより、浸炭窒化雰囲気ガス中の炭素分圧を変えて炭化物の析出の制御を行なうことにより、寿命をより一層向上させることができる。

【0039】なお、浸炭窒化処理を施した場合の黒皮の表面硬度はHv700以上であった。また浸炭窒化処理を施した場合、表層(黒皮がある場合は、黒皮の直下付近)に形成される炭化物の粒径は8 μ m以下であり、かつ表層には100MPa以上200MPa以下の圧縮応力が残留していた。また、X線測定の結果、その表層直下の残留オーステナイト量は25%以上40%以下であった。

【0040】次に、非金属介在物以外に短寿命の発生原因となる成分偏析が大きい場合や鍛錬比が小さい場合について、上述の点接触条件(1)および線接触条件(2)で転動寿命を測定した。その結果を表3に示す。

【0041】

【表3】

試験条件	鋼種	特徴	10%寿命 ($\times 10^4$ 回)	
			標準熱処理	浸炭窒化
$\phi 12$ 点接触試験	SUJ2	成分偏析大 巨大炭化物 (幅10 μ m, 長さ50 μ m以上) が存在	24	7380
	SUJ2	鍛錬比小さい (5<3)	48	3910
	SUJ2	鍛錬比小さい (3<3<5)	250	7800
$\phi 12$ 線接触試験	SUJ2	パーカー処理 表面粗さ Rmax3 μ m	550	4030
	SNCM815	パーカー処理 表面粗さ Rmax0.6 μ m	3000	9700

【0042】表3の結果より、浸炭窒化処理を施さない標準熱処理の場合よりも、適切な条件で浸炭窒化を行なうことにより、寿命が大幅に向上することがわかる。特に鍛錬比が5以下の材料に対しての寿命向上率が大きいことがわかる。

【0043】また、パーカー(リン酸塩皮膜)処理は、表面に凹凸を形成するため、転動時の応力集中源となり、表面起点型損傷が起こりやすい。しかし、表中に示すように、浸炭窒化処理は、パーカー処理を施した試片に対しても寿命低下を抑えていることがわかる。

【0044】今回開示された実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0045】

【発明の効果】以上より、本発明の転がり軸受では、黒皮のまま使用される部材の転動寿命(表面起点型損傷寿命)を向上させることができる。また非金属介在物の

(6)

特開平10-184701

9

量が多い場合、成分偏析が大きい場合あるいは鍛錬比が5以下と小さい（サイズが大きい）場合でも軸受の表面起点型損傷寿命を向上させることができる。

10

【0046】なお、パーカー処理などの表面に応力集中部を形成する処理を施す場合でも寿命の低下を抑えることができる。